

オンサイトポテンシャルを導入した柔軟な FPU 鎖における 端点加振による移動型 ILM の生成に関する検討 A Study on Creating Moving ILM by Driving on Edge of Flexible FPU Chain with On-site Potential

○ 田中 宗一郎¹, 木村 真之¹, 土居 伸二¹ (1. 京大院工)

○ Soichiro Tanaka¹, Masayuki Kimura¹, Shinji Doi¹ (1. Kyoto univ.)

E-mail: stanaka@sohc.kuee.kyoto-u.ac.jp

結合振動子は結晶構造などの格子モデルであり、質点間の相互作用に非線形性がある場合、Intrinsic Localized Mode(ILM) という大きなエネルギーが数個の質点に局在する振動が存在する [1]. 従来の研究より、格子の端点を加振することで移動型の ILM を生成できることが示されている [2, 3]. 本研究では、炭素単原子鎖の原子配置をモデルとした、柔軟な 1 次元 Fermi-Pasta-Ulam (FPU) 格子 (図 1)[4, 5] を検討の対象とする. とくに、各質点にオンサイトポテンシャルを導入した場合について、端点加振による移動型 ILM の生成について数値的な検討を行う.

3 次元空間内の FPU 鎖 (図 1) の n 番目の質点の変位ベクトルを r_n , n 番目と $n+1$ 番目の質点の差ベクトルを $d_n = r_{n+1} - r_n + l_n$ とすると、運動方程式は式 (1) で表される [5]. ここで $l_n = (1 + l_0 \ 0 \ 0)^T$ は、自然長を 1, 初期伸長を l_0 としたバネの初期ベクトルを表す.

$$\ddot{r}_n = \frac{d_{n-1}}{|d_{n-1}|} f(d_{n-1}) + \frac{d_n}{|d_n|} f(d_n) - \alpha r_n \quad (1)$$

ここで $f(x) = |x| - 1 + \beta(|x| - 1)^3$ は非線形バネの復元力を表す. バネの非線形性の大きさ $\beta = 25$, オンサイトポテンシャルの係数 $\alpha = 1$ とする. 本稿ではこの格子系の端点を縦方向, また横方向に $A(1 - e^{-t/\tau}) \cos \omega t$ で加振することを考える. ここで $1 - e^{-t/\tau}$ は加振開始の衝撃を抑えるための項である.

まず、オンサイトポテンシャルを導入した FPU 鎖において、加振振幅、加振周波数を変化させ、それぞれの場合において $t = 300$ まで数値計算を行い、系に流入したエネルギーを計算した. その結果、オンサイトポテンシャルがない場合と同様に、フォノン禁制帯において、小振幅のときにはエネルギーが全く流入しないものの、加振振幅を大きくしていくとある振幅から急激にエネルギーが流入し始めている様子が見られた. このエネルギー流入境界付近において、縦振動型 ILM の生成を確認した.

次に、オンサイトポテンシャルを加えた FPU 鎖に対して横方向 (図の y 軸方向) へ加振を行った結果について説明する. オンサイトポテンシャルがない場合には、横方向へ加振を行うと、系が y 軸方向へ大きく変位し系の直線性を保てない様子が見られ、また横振動型、縦振動型どちらの ILM も生成が確認できなかった. 一方で、オンサイトポテンシャルを導入した系において、同様の検討を行った. その結果、横方向へ振動させた場合にも、フォノン禁制帯においてエネルギーの流入の有無の境界が見られ、またその付近の領域において、縦振動型 ILM の生成が確認できた.

本講演では、移動型 ILM の生成の様子について、さらに詳しく議論する. また、回転型 ILM の生成についても報告する.

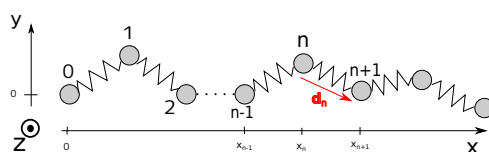


図 1: 柔軟な FPU 鎖

参考文献

- [1] A. J. Sievers, *et al.*: *Phys. Rev. Lett.*, 61 (1988)
- [2] F. Geniet, *et al.*: *Phys. Rev. Lett.*, 89, 134102 (2002)
- [3] R. Khomeriki, *et al.*: *Phys. Rev. E.*, 70, 066626 (2004)
- [4] E. Fermi, *et al.*: *The collected papers of Enrico Fermi*, 2, 978 (1955)
- [5] M. Kimura, *et al.*: *Lett. on Mater.*, 6, 22 (2016)